

Global Report

친환경 건축물의 시공, 관리 및 리모델링을 위한 지속가능한 건축재료

1. 개요
2. 소개
3. 친환경 건축물의 발전
4. 지속가능한 건축 재료의 생애주기
5. 지속가능한 건축 재료의 구성요소
6. 지속가능한 건축 설계의 원칙
7. 결론

1. 개요

건축 재료는 건축물의 시공에 필수 구성재이다. 적합한 설계뿐만 아니라 건축 재료의 화학적, 물리적 및 기계적 특성은 건축물의 기계적 강도에 직접적인 영향을 미친다. 그러므로 친환경 건축물의 설계는 기존 전통적인 건축 재료에 비해 보다 환경 친화적이고 보다 우수한 특징을 지닌 재료의 선택과 사용이 우선되어야 한다. 건축 재료는 일반적으로 기능적, 기술적, 재정적 요건을 고려하여 선택된다. 지난 수십 년 동안의 중요 이슈가 되어 온 지속가능성(sustainability) 문제와 더불어 환경오염의 상당부분을 직간접적으로 야기하는 건축부문은 보다 친환경적인 방법을 모색함으로써 지속가능한 개발에 기여할 의무가 있다. 그 해결책은 새로운 건축 재료의 사용, 재활용 및 재사용, 건축 제품의 지속가능한 생산 또는 친환경 자원의 사용 속에서 찾아야 할 것이기 때문에 건설업자들이 건축물에 지속가능한 설계 개념을 적용할 수 있는 가장 빠른 길은 환경 친화적인 지속가능한 건축 재료의 신중한 선택일 것이다. 일반적으로 유사한 목적을 위해 재료를 선택하거나 비교할 때 기본적인 고려사항은 가격이었다. 그럼에도 불구하고 건축부재의 가격은 사회적 비용이나 환경적 비용이 아닌 단지 제조비용이나 운반비로만 인식되어왔다. 오늘날 요구되는 쾌적성 표준(comfort standards)에 따른 보다 더 지속가능하며 저렴한 재료와 기술을 찾아내기 위하여 전 세계적으로 상당한 연구가 추진되었고, 친환경 건축 재료를 채택하는 것은 이러한 목표달성을 위한 좋은 대안이 될 수 있다. 따라서 한 국가의 지속가능한 발전에 있어서 환경 부담을 최소화 할 수 있는 건축 재료의 선택이 필수적이다. 이 보고서의 목표는 지속가능한 건축 재료가 어떻게 우리들의 환경뿐만 아니라 거주자에게도 지속가능하고 건강한 건축물을 만들고 환경영향 완화에 기여할 수 있는지를 부각시키고자 하는 것이다.

2. 소개

산업국가의 경우 건축물은 천연자원의 약 40%를 사용하고, 사용하는 전기의 약 70%와 식용수의 약 12%를 소비하며 폐기물 매립장에 버려지는 쓰레기의 약 45%에서 65%를 생성할 만큼 환경에 엄청난 영향을 미친다. 또한 건축물의 운영으로 온실가스 발생의 30% 그리고 건축 재료의 활용과 그 운반에 의해 간접적으로 야기되는 온실가스의 18% 등 엄청난 양의 유해 배출물을 생성한다. 동시에 실내 환경의 질 악화로 사무실 건물의 직원들에게 건강문제를 일으키므로 효율성도 감소시키게 된다. 또한 건축공사에 해마다 전 세계적으로 암석과 자갈 및 모래의 40%를 그리고 원목의 25%를 소비한다. 환경영향에 미치는 관점에서 건축부문은 전체 환경에 심각한 영향을 미치고 있다. 주거용 건축물이 건설 환경의 큰 부분을 차지하고 있으며 건축 재료와 건물 레이아웃의 선택이 전반적인 지속가능성에 있어서 필수적이다.

오늘날 요구되는 쾌적성 표준(comfort standards)에 따른 보다 더 지속가능하며 저렴한 대체

지속가능한 재료와 기술을 찾아내기 위하여 전 세계적으로 많은 연구단체에 의해 상당한 연구가 추진되어왔다. 친환경 건축 재료를 채택하는 것은 이러한 목표를 달성하는데 아주 탁월한 접근방법이다. 환경 부담을 최소화할 수 있는 건축 재료의 선택이 한 국가의 지속가능한 개발에 있어서 필수적이다. 즉, 환경문제에 건축이 기여하는 바가 지대하므로 반드시 해결해야 할 필요가 있는 것이다. 환경적으로 바람직한 건축 제품을 선택하는 것은 건축물의 환경적 성능을 향상시킬 수 있는 우수한 방법이다.

환경에 미치는 영향을 최소화한 최적의 건축 재료 사용에 대한 새로운 기술은 시급하다고 할 수 있지만, 사실 현재 사용 중인 기술이나 시스템도 많이 있다. 많은 기술과 시스템들은 1970년대 환경운동에 의해 촉발된 지속가능한 주택활동과 개발이 시작되면서부터 생겨났으며 이후 보다 우수한 에너지 효율적인 건축물을 가속화하는 힘이 되었다. 그 전략은 재료선택과 프로세스를 결정하는 대체수단을 찾는 친환경 운동지지자, 건설업자 및 개인들에게 기여할 수 있는 모범사례의 아이디어를 확산시키는데 효과적인 것으로 참고가 되어왔다. 하지만 어떤 건물의 설계 결정단계에서 지역의 재료와 재활용 재료이면서도 효과적이고 실질적인 사용에 도움이 되는 시스템은 극히 드물었다.

3. 친환경 건축물의 발전

생애주기에 걸쳐 건축물의 영향을 완화하기 위하여 보다 많은 환경 친화적인 재료를 사용하고 자원을 절약할 수 있는 전략을 실행하며 폐기물을 덜 발생시키는 소비와 실내 환경의 질을 개선하도록 하는 친환경 건축(GB - Green Building)은 새로운 건축 철학이 되어왔다. 친환경 건축은 환경적, 재정적, 경제적 및 사회적 혜택을 가져올 수 있다. 예를 들어 친환경 건축의 운영 및 유지관리 비용을 절약하는 것은 고효율 조명 및 단열재 설치 또는 지붕의 햇빛 반사장치 등 적절한 재료의 선택과정을 통해서 실현될 수 있다. 기타 실내 환경 품질의 향상과 관련된 주요 이점에는 작업 공간의 만족도를 통한 직원 생산성 증대와 의료비용 감소 등이 있다. 친환경 건축의 이점이 입증되었음에도 불구하고 대부분의 건축업자들은 광전지 패널, 중수재사용시스템(grey water reuse system) 등의 친환경 건축을 비용이 증가하는 기술로 여기기 때문에 매력적인 프로젝트로 생각하지 않는다. 그러나 기술로 투자비용이 높아진다고 하기 보다는 신중한 설계 프로세스와 포괄적 재료 선택 방법을 통해 저렴한 비용으로 충분히 이상적인 환경 목표를 달성할 수 있다. 실제로 학술용 건축물(academic buildings), 실험실, 주민 센터 및 외래진료시설과 같은 특성의 비친환경 건축물에 대한 단위 평방피트 당 평균 투자비용 사이에 어느 정도 차이가 있는 것이 사실이다. 또한 친환경 건축물은 장기적으로 기대이익의 실현을 통해 10배 이상의 친환경 프리미엄을 가져다주며 더 나은 수익성을 제공한다. 친환경 건축의 성패는 설치되는 친환경 시스템의 품질과 효과성에 달려있다 할 것이다. 따라서 친환경 건축 시장은 최소한의 친환경 요건이 달성된다고 보장하는 표준의 사용과 투명하고 객관적이며 검

증 가능한 조치들을 활용함으로써 기존의 건축물과 친환경 건축물을 차별화할 수 있는 일반적인 접근방식을 필요로 한다.

3.1. 건축 재료 문제

건축물의 재료 문제는 일반적으로 다양한 형태를 나타낸다. 앞서 언급한 바와 같이 회색 에너지(grey energy)와 배출물이 고려되어야 하며, 건물 운영단계와 비교하여 건축 재료의 제조단계에는 보다 많은 고가의 에너지와 자원이 들어가게 된다. 건물에 사용되는 재료의 부산물로 환경문제도 생기고 수많은 건축자재에 사용되는 자원 추출과정의 규제도 존재한다. 또한 건설 환경을 위해 사용되는 인프라도 추가적으로 고려해야 한다.

건축 재료와 관련하여 자원의 고갈, 오염, 내구성, 수명 등 복잡한 문제해결에 필요한 많은 발전된 기술들이 있다. 첫째 신규 건축 시에는 건축 재료가 단지 건설 및 운영단계의 부정적 측면을 감소시키는 것 뿐 만 아니라 기본적으로 건축수명을 향상시켜 얼마 못가 구식이 될 수 있는 설계 요인들을 제거하고 수행될 수 있도록 더욱 지속가능하게 건설할 필요성이 있다. 또한 최소한의 수명이 요구되는 모든 건축 구성요소들은 재활용 또는 원료회수가 될 수 있도록 설계되어야 한다. 이러한 노력은 완벽히 지속가능한 해결책이 이루어질 수 있도록 건물의 복잡한 구성요소들을 세심하게 나열하고 통합된 설비간의 모든 상충관계들을 이해함으로써 모든 측면에서 성과를 얻게 될 것이다. 급속히 늘어나고 있는 건축물의 구조, 외피(enclosures) 및 시스템관련 건축 재료들을 알아두면 쉽게 사용할 수 있게 되므로 도움이 될 것이다.

끝으로 어떤 건물의 수명이 다 되었을 즈음에는 재료의 처리에 대해 매우 신중하게 고려할 필요가 있다. 즉, 다루기 어려운 구성재를 최소화하여야 하는 건축물의 경우 이러한 재료의 처리문제가 설계단계에서 미리 고려되어야 한다. 재료를 재생산할 필요가 없이 즉시 재활용이 될 수 있는 재료들을 사용하여야 한다. 재료가 즉시 재사용될 수 없는 경우에는 원료로 회수될 수 있어야 한다. 재료가 재사용될 때 동일한 수준의 품질로 활용될 수 있어야 다운사이클링(down cycling)이나 낭비를 줄일 수 있다.

3.2. 재료 선택

안정적이고 매력적이며 환경 친화적인 건축 재료를 사용하는 것은 건물의 고성능화를 위한 노력에 핵심요소이다. 천연의 건강한 재료를 활용하면 자연 속에 있는 느낌이 들게 되고 거주자의 웰빙에도 기여한다. 많은 건축 재료들이 오염물질 배출, 서식지 파괴 및 천연자원의 고갈 등 상당한 환경적 영향을 미친다. 이러한 영향은 원료의 추출 및 수집, 생산 및 제조과정, 그리고 운반과정에서 발생하게 된다. 또한 일부 건축 재료는 근로자들과 건물 거주자들에게 독성 및 유해 화학물질에 노출되게 함으로서 건강에 해를 끼칠 수 있다. 결과적으로 건축이전 단계에서 건설 활동에 사용하는 환경 친화적인 재료를 인지하고 선택하는 것은 그러한 환경과 인간의 건강에 미치는 영향을 줄일 수 있는 기회를 제공하는 것이다. 일반적으로 환경영향을 최

소화하는 것은 자원 관리와 무독성 재료 등 환경 친화적인 재료의 선택으로 실현 가능하다.

건축 재료를 제조하는데 사용되는 자원들은 천연자원을 고갈시키고 에너지를 사용하며 대지, 물 및 대기 중에 오염물질을 방출함으로써 환경에 영향을 준다. 염증을 유발하고 냄새가 나며 유해하거나 독성이 있는 물질을 함유하는 재료들은 휘발성 성분의 가스 유출이나 직접적인 접촉을 통해서 인간의 건강에 부정적인 영향을 미친다. 바람직한 재료의 선택은 전반적인 제품이나 재료에 대해 엄격한 환경 부담에 대한 평가를 기반으로 이루어질 수 있다. 환경측면의 생애주기 평가(environmental life-cycle assessment)라고 하는 이러한 프로세스는 대부분의 건축 재료 구매 결정에 당장은 타당하다고 보기 어렵지만 제품의 환경적 성능에 관해 알려진 것을 평가하고 현명한 선택을 하기 위해 생애주기 개념을 적용하는 것은 가능하다.

4. 지속가능한 건축 재료의 생애주기

원료의 수집으로부터 그 재료의 궁극적인 폐기에 이르기까지 건축 제품에 대한 평가는 장기적인 건축 재료의 비용에 대한 더 좋은 인식을 제공할 수 있다. 이러한 비용들은 단순히 고객에 의해서만이 아니라 소유주, 거주자 및 환경 부담으로 지불이 되는 것이다. 생애주기 설계에 대한 원칙들은 건축 재료의 선택을 위한 필수적인 지침들을 제공한다. 원료를 수집하고, 생산하며, 운반하고 설치하는 단계에서부터 최종적인 재활용이나 폐기단계에 이르기까지 제조 프로세스의 모든 단계에서 환경에 미치는 영향이 점검되어야 한다. 어떤 한 재료의 생애주기는 건축이전 단계, 건축 단계 및 건축 이후단계 등 3단계로 정리될 수 있을 것이다. 이러한 단계구분은 건축행위 그 자체의 생애주기 단계와 유사하다. 모든 단계에서 건축 재료의 환경영향에 대한 평가를 통해 단순히 초기건설비용을 산출하는 대신에 한 건물의 생애주기에 걸친 비용편익분석(cost-benefit analysis)이 가능하다.

4.1. 건축이전 단계(Pre-Building phase)

건축이전 단계란 설치장소까지 어떤 자재의 제조 및 운반 프로세스를 말한다. 이 단계에는 재료의 추출, 제조 및 건축현장으로 운반뿐만 아니라 원료를 찾아내는 것까지 포함한다. 이 단계에서 환경 파괴를 일으킬 가능성이 가장 크다. 건축이전 단계에서 환경에 미치는 영향을 안다면 건축 재료의 현명하게 선택할 수 있을 것이다. 원료의 조달 방법, 제조과정 그리고 재료의 제조공장에서 건축 현장까지의 거리 등 이 모든 것이 환경에 영향을 미친다. 건축 재료의 시작점을 이해하는 것은 어떤 건축의 환경영향을 포괄적으로 이해하는데 중요하다.

4.2. 건축 단계(Building phase)

건축 단계는 어떤 한 건축 재료의 사용 수명과 관련이 있다. 이 단계는 어떤 건축물을 짓기 위해 재료를 조립하는 시점으로 부터 시작되며, 그 재료의 유지관리 및 보수가 포함되고 그 건

물의 일부로 또는 건물에 포함된 재료의 전체 수명을 포함하는 단계이다. 한 건물의 시공과정에서 생성된 폐재료는 상당히 많을 수 있다. 건축 폐기물이 최소화될 수 있도록 그리고 폐기물이 재사용될 수 있도록 건축 재료를 선택하는 것은 건축 생애주기 가운데 바로 이 단계에서 매우 중요하다. 특정 건축 재료에 장기간 노출되면 건물 거주자의 전반적인 건강에 해로울 수 있다. 많은 제품에 노출되는 것과 관련 환경보건 문제에 대한 인식이 증가하고 있음에도 불구하고 유해한 화학물질 가스가 배출될 가능성을 고려하여 재료를 선택하고, 그러한 화학물질에 대한 정기적 유지관리를 요구하거나 하는 등에 관해 관심을 기울이는 학교도 사실 거의 없었다.

4.3. 건축이후 단계(Post-Building Stage)

건축이후 단계는 어떤 한 건물의 건축 재료가 그 성능을 다 한 것을 말한다. 이 단계에서의 건축 재료는 전체적으로 재활용되거나 다른 상품으로 재사용되거나 아예 폐기될 수 있다. 건물 설계자가 건축이후 단계의 생애주기에 대해 측정 및 인식하는 단계는 아마도 그 건물의 수명 또는 재료의 수명이 다 소진되었을 때가 아닌가 생각한다. 건물의 철거와 그로 인한 폐기물의 청소는 상당한 환경비용을 초래한다. 화학적으로 분해될 수 있는 재료들은 단독으로 또는 다른 많은 재료들과 혼합되어 유해한 폐기물을 생성할 수 있다. 불활성 재료들은 점진적으로 매립공간을 잠식해 버린다. 현재의 건축물에 적용되는 재활용은 그 재료와 시공에 들어가는 에너지를 지탱하고 있는 것이다. 만약 이러한 자원들이 효과적으로 활용되지 못한다면 그 건물의 시공과 이들 재료의 제조에 내재된 에너지는 낭비가 될 것이다.

5. 지속가능한 건축 재료의 구성요소

일반적으로 유사한 기능을 목적으로 선택되는 재료 또는 관련 재료를 평가할 때 소요되는 비용이 기본적인 고려사항이 되어왔다. 또한 전문가들은 재료의 생애주기에 따라 건축 재료에 대한 환경적 지속가능성을 고려하는데 사용될 수 있는 3개 부문의 기준을 선택해왔다. 건축 재료에 이러한 구성재가 하나 또는 두 개가 존재 한다면 그 부분은 환경적으로 지속가능해 질 수 있을 것이다. 널리 알려진 지속가능한 건축 재료의 구성요건의 일부를 아래 표 1에 나열하였다.

지속가능한 친환경 건축 재료의 구성요건		
생산단계(MP)	건물운영단계(BO)	폐기물 관리단계(WM)
• 폐기물 감소(WR) • 오염예방(P2) • 재활용(RC) • 내재에너지 감소(EER) • 천연재료(NM)	• 에너지 효율성(EE) • 수처리 및 관리(WTC) • 비독성(NT) • 재생에너지원(RES) • 장수명(LL)	• 생분해성(B) • 재활용성(R) • 재사용성(RU) • 기타(O)

<표 1 - 지속가능한 친환경 건축 재료의 구성요건>

6. 지속가능한 건축 설계의 원칙

지속가능한 건설에 관한 Agenda 21의 CIB 보고서에서는 많은 국가들이 지속가능한 건설의 원칙에 관한 그들 고유의 다양한 전략과 우선순위들을 가지고 있다고 기술하고 있다. 추가적으로 이 보고서에서는 보편적 접근방식으로 지속가능한 시공과 설계의 기본적 핵심은 환경에 대한 생태적 영향이라고 하고 싶다. Fisher는 지속가능한 건축 재료가 적극적으로 추천되는 지속가능한 설계를 아래와 같은 다섯 가지 원칙으로 요약하였다.

6.1. 건강한 실내 환경(Healthy interior environment)

건축 재료와 건물이 실내 대기 중으로 유해 물질 및 가스를 방출하지 않도록 모든 가능한 조치를 취해야한다. 필터링이나 식재를 통해 실내 공기의 청정 및 신선함 유지를 위한 추가적인 조치들도 취해야한다.

6.2. 에너지 효율성(Energy efficiency)

건물의 에너지 사용을 최소화하기 위해 가능한 모든 조치들이 취해져야 한다. 냉난방과 조명 설비는 에너지를 관리(conservation)하거나 에너지 사용을 줄이는 방법과 제품을 사용해야 한다.

6.3. 환경 친화적인 재료(Ecologically benign materials)

전 세계 환경 파괴를 최소화하는 건축 재료와 제품을 사용하도록 가능한 모든 조치들을 취해야한다.

6.4. 환경 여건(Environmental form)

건물이 위치한 현장, 해당 지역과 그 기후에 맞는 설계계획과 형태가 이루어지도록 가능한 모든 조치들이 취해져야 한다. 사람과 자연 사이에 조화로운 관계가 조성될 수 있도록 건물의 형태와 연계될 수 있는 조치들이 필요하다.

6.5. 우수한 설계(Good design)

건물이 위치한 지역, 환기, 건물 형태, 기계설비 및 건축 기술이 효율적이고 오래 지속되며 좋은 연계관계가 이루어질 수 있는 가능한 모든 조치들을 취해야 한다. 한편 Kim과 Rigdon은 그의 보고서(참고문서 24번)에서 지속가능한 설계에 관한 주요 원칙들을 강조하고 있는데 이 원칙들에는 경제적 지속가능성(economic sustainability), 기능적 지속가능성(functional sustainability), 환경적 지속가능성(environmental sustainability), 사회적 및 인간적 지속가능성(social and human sustainability) 등의 내용들을 담고 있다.

7. 결론

지속가능한 건축 재료란 국내에서 원료가 공급되고 생산되어 운반비와 이산화탄소 배출이 감소되는 재료이다. 또한 재사용 재료로 쓰일 가능성이 있고 환경영향이 적으며, 효과적인 단열성을 갖추고 있고, 기존 재료에 비해 에너지를 덜 필요로 하며, 재생자원을 이용하고, 유해배출물이 최소화되며 경제적으로도 지속가능한 재료를 지속가능한 건축 재료라 할 수 있다.

지속 가능한 건축 재료는 모든 지역의 개발에 있어서 적절하게 그리고 일관되게 사용될 필요가 있다. 지속가능한 건축 재료의 사용은 운반비, 이산화탄소 배출 및 (대부분의 경우) 재료비를 최소화할 뿐만 아니라 지역사회 구성원들에게 고용과 기술개발의 기회도 제공한다.

건축 재료의 대체 기준으로서의 지속가능성은 대체적으로 기능적, 기술적 및 생태적 사양을 통해 선택된다. 그럼에도 불구하고 특히 선진국에서 지난 수십 년 동안 중요 과제인 지속가능성과 더불어 건축 재료의 환경적 부담이 더 중요한 요건이 되고 있다. 해마다 환경파괴의 상당부분을 직간접적으로 야기하는 건설부문은 건설 및 건축에 보다 환경 친화적인 접근방법을 모색함으로써 지속가능한 개발을 촉진해야 할 의무가 있다. 솔루션의 방향은 새로운 재료의 활용, 재활용 및 재사용, 제품의 지속가능한 생산 또는 친환경 자원을 사용하는데서 찾을 수 있을 것이다.